

TUGAS AKHIR

STUDI PENGELASAN *FRICTION STIR WELDING* DENGAN BENTUK PIN YANG BERBEDA PADA MATERIAL AA 6061 - AA 6061 DENGAN *PREHEATING* 200⁰C TERHADAP PERUBAHAN SIFAT FISIS DAN MEKANIS



Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik

Disusun Oleh :

MUHAMAD TUNJUNG AJI PAMUNGKAS

NIM. D200 140 043

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2019**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

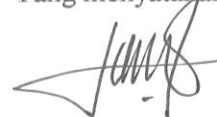
Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

Studi Pengelasan *Friction Stir Welding* Dengan Bentuk Pin Yang Berbeda pada Material AA 6061 - AA 6061 Dengan *Preheating* 200⁰C Terhadap Perubahan Sifat Fisis dan Mekanis

Yang dibuat untuk memenuhi sebagai syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan/atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesajaraan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 27 Mei 2019

Yang menyatakan



Muhamad Tunjung Aji P

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul “Studi Pengelasan *Friction Stir Welding* Dengan Bentuk Pin Yang Berbeda pada Material AA 6061 - AA 6061 Dengan *Preheating* 200⁰C Terhadap Perubahan Sifat Fisis dan Mekanis” telah disetujui oleh Pembimbing dan diterima untuk memenuhi bagian persyaratan memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

Dipersiapkan oleh :

Nama : **MUHAMAD TUNJUNG AJI PAMUNGKAS**

NIM : **D200 140 043**

Disetujui pada

Hari : **SENIN**

Tanggal : **27 Mei 2019**

Pembimbing Utama



Ir. Bibit Sugito, M.T.

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul “Studi Pengelasan *Friction Stir Welding* Dengan Bentuk Pin Yang Berbeda pada Material AA 6061 - AA 6061 Dengan *Preheating* 200⁰C Terhadap Perubahan Sifat Fisis dan Mekanis” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagai syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **MUHAMAD TUNJUNG AJI PAMUNGKAS**

NIM : **D200 140 043**

Disahkan pada

Hari : **Kamis**

Tanggal : **27 Juni 2019**


Tim Penguji :

Ketua : Ir. Bibit Sugito, M.T.


Anggota 1 : Nur Muntaha Agung N. ST, MT

Anggota 2 : M Alfatih Hendrawan, ST, MT

Dekan


Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D., IPM

Ketua Jurusan


Ir. H. Subroto, M.T.



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Jl. A.Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos I Telp. (0271) 717417 ext. 222

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

Berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta

Nomor **127/ II/ 2018** Tanggal **30 Agustus 2018** dengan ini:

Nama : Ir. Bibit Sugito, M.T.

Golongan/Jabatan :

Kedudukan : Pembimbing Utama

Memberikan Soal Tugas Akhir Kepada mahasiswa:

Nama : Muhamad Tunjung Aji Pamungkas

Nomor Induk : D 200 140 043

NIRM : -

Jurusan/Semester : Teknik Mesin / Akhir

Judul/Topik : Teknik Pengelasan

Rincian Soal/Tugas :

Studi Pengelasan *Friction Stir Welding* Dengan Bentuk Pin Yang Berbeda pada Material AA 6061 - AA 6061 Dengan *Preheating* 200⁰C Terhadap Perubahan Sifat Fisis dan Mekanis

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 6 September 2018

Pembimbing

Ir. Bibit Sugito, M.T.

MOTTO

“Allah tidak akan membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(QS. Al-Baqarah: 286)

Jika engkau tidak bisa menahan lelahnya belajar, Maka engkau harus menahan perihnya kebodohan.

Ridhonya kedua orang tua akan membawa kesuksesan bagi anaknya

PERSEMBAHAN

Saya persembahkan Laporan Tugas Akhir ini kepada :

Allah swt yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya sehingga saya
bisa menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Bapak dan ibu tercinta serta keluarga yang selalu memberikan kasih sayang,
segala dukungan dan cinta kasih.

Teman – teman pengelasan FSW yang telah memberikan bantuan, dukungan dan
kerja samanya selama ini.

**STUDI PENGELASAN *FRICTION STIR WELDING* DENGAN
BENTUK PIN YANG BERBEDA PADA MATERIAL AA 6061 - AA
6061 DENGAN *PREHEATING* 200⁰C TERHADAP PERUBAHAN
SIFAT FISIS DAN MEKANIS**

ABSTRAK

Friction Stir Welding (FSW) merupakan proses penyambungan material dengan kondisi solid yang mana pada saat proses penggabungan logam tidak meleleh agar karakteristik logam induk tidak berubah. Proses *preheating* yang ditambahkan pada FSW untuk memberikan panas dalam logam yang akan dilas dapat mendapatkan dan memelihara preheat temperatur (suhu dalam logam induk di sekitar area yang akan dilas). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan panas pada hasil pengelasan dengan metode *friction stir welding (FSW)* pada Alumunium Alloy seri 6061 dan Alumunim Alloy seri 6061 terhadap sifat fisis dan mekanis, yang mana metode *friction stir welding (FSW)* yang digunakan dalam penelitian ini ditambahkan dengan proses *preheating*. Hasil dari penelitian ini pengaruh perlakuan panas menunjukkan nilai uji tarik tegangan paling tinggi adalah Pin Segitiga dengan nilai 309,08 MPa, sedangkan Pin Lingkaran dan Pin Segiempat bernilai dibawahnya yaitu 283,29 MPa dan 240,30 MPa. Pada uji tarik regangan nilai Pin Lingkaran 13,22% merupakan nilai peling tinggi, nilai Pin Segitiga dan Pin Segiempat bernilai dibawahnya yaitu 12,32% dan 7,11%. Sedangkan pada hasil pengujian kekerasan nilai tertinggi daerah las dari perlakuan Pin Segitiga 112 VHN. Nilai daerah Haz dari perlakuan Pin Lingkaran dan Pin Segiempat sama yaitu 112 VHN dimana nilai ini lebih tinggi dibanding nilai Pin Segitiga 109 VHN. Dan nilai daerah Base tertinggi pada perlakuan Pin Segiempat 102 VHN. Dai hasil uji foto mikro luasan butir yang paling halus didapatkan pada profil pin segitiga.

Kata Kunci : *Friction Stir Welding, preheating, AA 6061*

**WELDING STUDY OF FRICTION STIR WELDING WITH DIFFERENT
PIN FORMS ON MATERIAL AA 6061 - AA 6061 WITH PREHEATING
200⁰C AGAINST CHANGES IN PHYSICAL AND MECHANICAL
PROPERTIES**

ABSTRACT

Friction Stir Welding (FSW) is a process of connecting materials with solid conditions which when the process of combining metals does not melt so that the characteristics of the parent metal do not change. The preheating process added to FSW to provide heat in the metal to be welded can get and maintain a temperature (the temperature in the parent metal around the area to be welded). The aims of research is to determine the effect of heat treatment on welding results using the friction stir welding (FSW) method on Series 6061 Aluminum Alloy and Series 6061 Aluminum Alloy on physical and mechanical properties, in which the friction stir welding (FSW) method used in this study was added with the preheating process. The results of this study the effect of heat treatment shows that the highest tensile stress value is a Triangle Pin with a value of 309.08 MPa, while the Circle Pin and Quadrilateral Pin are worth below which are 283.29 MPa and 240.30 MPa. In the tensile test the value of Circle Pin 13.22% is a high peling value, the value of the Triangle Pin and the Quadrilateral Pin are below that which are 12.32% and 7.11%. While the results of the hardness test the highest value of the weld area from the 112 VHN Triangle Pin treatment. The value of the Haz region of the treatment of the Circle Pin and the Quadrilateral Pin are the same, namely 112 VHN, where this value is higher than the value of the Triangle Pin 109 VHN. And the value of the Base area is highest in the treatment of Quadrilateral Pins 102 VHN. Dai, the most subtle micrograin photo test results obtained on triangular pin profiles.

Keywords: *Friction Stir Welding, preheating, AA 6061*

KATA PENGANTAR

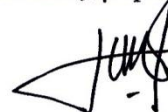
Puji Syukur Kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat serta karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul, "**Studi Pengelasan *Friction Stir Welding* Dengan Bentuk Pin Yang Berbeda pada Material AA 6061 - AA 6061 Dengan *Preheating* 200⁰C Terhadap Perubahan Sifat Fisis dan Mekanis**".

Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar sarjana teknik di Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini, Antara lain kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan kasih-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Bapak Ir. Bibit Sugito, M.T Selaku Pembimbing Skripsi atas bimbingan serta arahannya dalam pembuatan skripsi ini.
3. Bapak-bapak dosen yang telah berkenan menyampaikan ilmunya selama penulis menempuh perkuliahan.
4. Keluarga tercinta yang telah memberikan perhatian serta sumbangan besar baik moril maupun materil.
5. Teman-teman kelompok FSW atas kerjasamanya selama penelitian.
6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas segala bantuanya dalam penulisan skripsi ini.

Surakarta, 17 April 2019



Penulis

DAFTAR ISI

JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR	v
MOTTO	vi
PERSEMBAHAN	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Friction Stir Welding (FSW)	6
2.2.1 Prinsip Kerja FSW	6
2.2.2 Pembagian Zona Pada Friction Stir Welding	7
2.3 Parameter FSW	8
2.4 Aluminium	10
2.4.1 Klasifikasi Aluminium Paduan	10

2.5 preheating	15
2.6 Pengujian spesimen	15
2.6.1 Pengujian Tarik	15
2.6.2 Pengujian Kekerasan	19
2.6.3 Pengujian Struktur Mikro dan Foto Makro	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Diagram Alir Penelitian	23
3.2 Bahan dan Alat Penelitian	24
3.2.1 Bahan	24
3.2.2 Alat	25
3.3 Proses penelitian	30
3.3.1 Proses Pengelasan FSW	30
3.3.2 Proses Uji Tarik.....	32
3.3.3 Proses Uji Kekerasan.....	34
3.3.4 Proses Uji Kekerasan	35
BAB IV DATA DAN ANALISA	37
4.1 Analisa Hasil Pengujian Tarik	37
4.2 Analisa Hasil Pengujian Kekerasan	40
4.3 Hasil Foto Struktur Mikro	42
BAB V PENUTUP	47
5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Proses friction stir welding	7
Gambar 2.2	Penampang makro hasil friction stir welding	8
Gambar 2.3	Benda kerja bertambah panjang ketika diberi beban	16
Gambar 2.4	Kurva tegangan regangan logam non ferro	17
Gambar 2.5	Kurva tegangan regangan logam ferro	17
Gambar 2.6	Indentasi Vickers.....	20
Gambar 3.1	Dimensi Base metal.....	24
Gambar 3.2	Penampang profil pin kerucut.....	24
Gambar 3.3	Penampang profil pin segitiga	25
Gambar 3.4	Penampang profil pin segiempat.....	25
Gambar 3.5	Mesin <i>milling merk Acirea AS-1</i>	25
Gambar 3.6	Heat Gun	26
Gambar 3.7	Termometer	26
Gambar 3.8	Jangka sorong.....	27
Gambar 3.9	Gergaji	27
Gambar 3.10	Amplas	28
Gambar 3.11	Grinding and polishing machine	28
Gambar 3.12	Alat uji tarik	29
Gambar 3.13	Alat uji foto struktur mikro.....	29
Gambar 3.14	Alat uji mikro Vickers	30
Gambar 3.15	Susunan meja saat proses FSW	31
Gambar 3.16	Spesimen uji tarik standar ASTM E8	33
Gambar 3.17	Spesimen uji setelah di <i>mounting</i>	36

Gambar 4.1 Hubungan antara tegangan terhadap variasi profil pin	37
Gambar 4.2 Hubungan antara regangan terhadap variasi profil pin	39
Gambar 4.3 Hubungan antara nilai kekerasan terhadap variasi profil pin	41
Gambar 4.4 Foto mikro daerah Las (a) Kerucut, (b) segitiga, (c) segiempat.....	43
Gambar 4.5 Foto mikro daerah HAZ (a) Kerucut, (b) segitiga, (c) segiempat.....	45
Gambar 4.6 Foto mikro daerah Base metal (a) Kerucut, (b) segitiga, (c) segiempat.....	46

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Nilai tegangan hasil uji tarik	37
Tabel 4.2 Nilai regangan hasil uji tarik	38
Tabel 4.3 Hasil pengujian kekerasan	40

DAFTAR LAMPIRAN

1. Standar ASTM E8
2. Data hasil uji tarik
3. Grafik Tegangan Regangan uji tarik
4. Data hasil uji kekerasan
5. Gambar sambungan setelah dilakukan proses FSW dengan pin bulat
6. Gambar sambungan setelah dilakukan proses FSW dengan pin segitiga
7. Gambar sambungan setelah dilakukan proses FSW dengan pin segiempat
8. Gambar profil pin lingkaran, segitiga, segiempat
9. Gambar spesimen setelah dilakukan pemotongan standar ASTM-E8
10. Gambar patahan pada spesimen tanpa perlakuan panas (RAW)
11. Gambar patahan pada spesimen dengan variasi profil pin bulat
12. Gambar patahan pada spesimen dengan variasi profil pin segitiga
13. Gambar patahan pada spesimen dengan variasi profil pin segiempat
14. Gambar untuk pengujian kekerasan dan foto mikro